

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-085211

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

H01F 1/22

(21)Application number : 11-261686

(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD
KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 16.09.1999

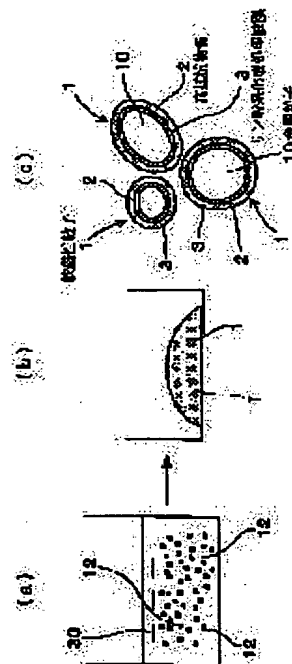
(72)Inventor : IYODA YOSHIHARU
TERASAWA TOSHIHISA
HACHISUGA JOJI
MITANI HIROYUKI
SEKI YUICHI

(54) SOFT MAGNETIC PARTICLE, SOFT MAGNETIC MOLDED BODY, AND THEIR MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a soft magnetic molded body having a high density and a high specific resistance, soft magnetic particles constituting the molded body, and methods for manufacturing the molded body and particles.

SOLUTION: Each soft magnetic particle is composed of a soft magnetic metallic particle 10, a high-resistance material 2 coating the surface of the particle 10, and a film 3 treated with phosphate type chemical coating and covers the material 2. It is preferable that the metallic particle 10 is composed of an alloy containing <3.5 wt.% alloying element which is composed mainly of iron and has a higher oxidizing property than iron has, and the high-resistance material 2 is an oxide grown by selectively oxidizing the alloying element on the surface of the metallic particle 10 by heat-treating the particle 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-85211
(P2001-85211A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 F 1/22

識別記号

F I
H 0 1 F 1/22

テ-マ-ト*(参考)
5 E 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-261686

(22) 出願日 平成11年9月16日 (1999.9.16)

(71) 出願人 000000011
アイシン精機株式会社
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(71) 出願人 000001199
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号
(72) 発明者 伊藤田 健治
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内
(74) 代理人 100079142
弁理士 高橋 祥泰 (外1名)

最終頁に続く

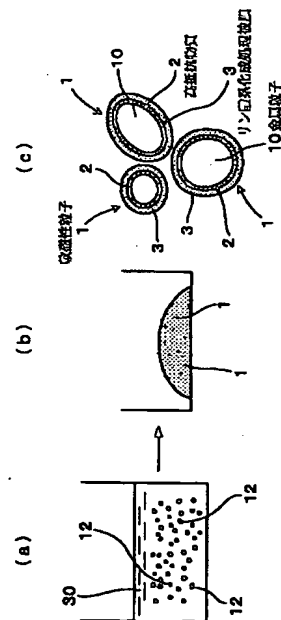
(54) 【発明の名称】 軟磁性粒子、軟磁性成形体及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高密度で、かつ、比抵抗が高い軟磁性成形体、及びこれを構成する軟磁性粒子、並びにこれらの製造方法を提供すること。

【解決手段】 軟磁性の金属粒子10と、その表面に被覆された高抵抗物質2と、高抵抗物質2の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜3とよりなる。金属粒子10は、鉄を主成分とすると共に鉄よりも酸化性の強い合金元素を3.5重量%未満含有してなる合金よりなり、かつ、高抵抗物質2は、金属粒子10を熱処理することにより金属粒子10の表面において上記合金元素を選択酸化させて生成させた酸化物であることが好ましい。

(図2)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性の金属粒子と、その表面に被覆された高抵抗物質と、該高抵抗物質の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜とよりなることを特徴とする軟磁性粒子。

【請求項2】 請求項1において、上記金属粒子は、鉄を主成分とすると共に鉄よりも酸化性の強い合金元素を3.5重量%未満含有してなる合金よりなり、かつ、上記高抵抗物質は、上記金属粒子を熱処理することにより該金属粒子の表面において上記合金元素を選択酸化させて生成させた酸化物であることを特徴とする軟磁性粒子。

【請求項3】 請求項1において、上記高抵抗物質は、上記軟磁性粒子に対して、メカノフュージョンによる機械的エネルギーを用いて被覆してあることを特徴とする軟磁性粒子。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項において、上記リン酸系化成処理被膜は、リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液を上記高抵抗物質の表面に塗布し、該処理液を乾燥させることにより得られたものであることを特徴とする軟磁性粒子。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項に記載の上記軟磁性粒子同士が上記リン酸系化成処理被膜による被覆状態を維持したまま該リン酸系化成処理被膜を介して接合されていることを特徴とする軟磁性成形体。

【請求項6】 鉄を主成分とすると共に鉄よりも酸化性の強い合金元素を3.5重量%未満含有してなる合金よりなる軟磁性の金属粒子を準備し、鉄に対しては還元雰囲気であると共に上記合金元素に対しては酸化雰囲気である雰囲気下において上記金属粒子を熱処理することによりその表面において上記合金元素を選択酸化させた酸化物よりなる高抵抗物質を形成し、次いで、該高抵抗物質の表面に、リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液を塗布し、該処理液を乾燥させることにより、上記金属粒子と、その表面に被覆された高抵抗物質と、該高抵抗物質の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜とよりなる軟磁性粒子を得ることを特徴とする軟磁性粒子の製造方法。

【請求項7】 軟磁性の金属粒子を準備し、該金属粒子と高抵抗物質との存在下においてメカノフュージョンによる機械的エネルギーを付与することにより、上記金属粒子の表面に上記高抵抗物質を被覆し、次いで、該高抵抗物質の表面に、リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液を塗布し、該処理液を乾燥させることにより、上記金属粒子と、その表面に被覆された高抵抗物質と、該高抵抗物質の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜とよりなる軟磁性粒子を得ることを特徴とする軟磁性粒子の製造方法。

【請求項8】 請求項1～4のいずれか1項に記載の上記軟磁性粒子の集まりを加熱・加圧成形することによ

り、各軟磁性粒子同士が上記リン酸系化成処理被膜による被覆状態を維持したまま該リン酸系化成処理被膜を介して接合された軟磁性成形体を得ること特徴とする軟磁性成形体の製造方法。

【請求項9】 請求項8において、上記加熱・加圧成形は、温度150～600℃において行うことを特徴とする軟磁性成形体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、磁心等に用いられる軟磁性材料に関する。

【0002】

【従来技術】近年、軟磁性材料は高周波数量域での使用を前提として、高飽和磁束密度、高透磁率という特性の他に、高い電気抵抗（比抵抗）が求められている。この要求に対し、これまで種々の研究が進められ、種々の軟磁性材料が提案されてきた。

【0003】

【解決しようとする課題】例えば、文献1（National Technical Report Vol.40 No.1 Feb.1994）、文献2（特開平5-326289号公報）に示された軟磁性材料は、軟磁性の金属粒子の表面に高電気抵抗の酸化物を形成した軟磁性粒子を作製し、この軟磁性粒子を高温・高圧焼結することにより鉄損の少ない軟磁性材料（軟磁性成形体）が得られている。

【0004】しかしながら、これらの軟磁性材料は、金属粒子としてAlあるいはSiを3.5重量%以上含有するFe合金を用いているため、磁束密度が低下する。また、各軟磁性粒子を被覆している酸化物は、上記高温・高圧焼結時に部分的に破壊され、内部の金属粒子同士が直接接合されてしまう。そのため、軟磁性材料（成形体）の比抵抗が低下する。

【0005】また、文献3（特開平5-47541号公報）においては、軟磁性の金属粒子上にメカノフュージョンにより高抵抗軟磁性物質を被覆した軟磁性粒子を作製し、これを高温・高圧焼結することにより鉄損の少ない軟磁性材料が得られている。しかしながら、この軟磁性材料は、上記高温・高圧焼結時における粒子同士の摩擦によって、上記メカノフュージョンにより形成した被膜の剥離が生じてしまう。そのため、得られた軟磁性材料（成形体）の比抵抗が低下する。

【0006】また、文献4（特開平8-167519号公報）においては、軟磁性の金属粒子を大気中で酸化させ、その表面に鉄酸化物を形成し、さらにその表面にリン酸化処理にて絶縁被膜を形成した軟磁性粒子を作製し、これを高圧焼結することにより軟磁性材料（成形体）が得られる。しかしながら、この軟磁性材料は、上記高圧焼結時の温度を300℃を超える高温にした場合には、上記絶縁被膜が変質して絶縁性が低下し、成形体全体の比抵抗が低下してしまう。また、変質させないた

めに300℃未満の温度において高圧焼結させた場合には、高密度化が困難であり、磁束密度が低いものとなる。

【0007】本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、高密度で、かつ、比抵抗が高い軟磁性成形体、及びこれを構成する軟磁性粒子、並びにこれらの製造方法を提供しようとするものである。

【0008】

【課題の解決手段】請求項1の発明は、軟磁性の金属粒子と、その表面に被覆された高抵抗物質と、該高抵抗物質の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜とよりなることを特徴とする軟磁性粒子にある。

【0009】本発明において最も注目すべきことは、上記軟磁性の金属粒子は、上記高抵抗物質と上記リン酸系化成処理被膜とによって、二重に被覆されていることである。上記金属粒子としては、Fe、Fe-Al、Fe-Si等の軟磁性金属又は合金を用いることができる。また、上記高抵抗物質としては、金属あるいは半金属の酸化物、金属あるいは半金属の窒化物等を用いることができる。具体的には、例えば、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 $Mn-Zn$ フェライト、 $Ni-Zn$ フェライト、 AlN 、 BN 等がある。また、上記リン酸系化成処理被膜としては、例えば、鉄水酸化物被膜、鉄酸化物被膜、ガラス状被膜等がある。

【0010】次に、本発明の作用につき説明する。本発明の軟磁性粒子は、上記のごとく、金属粒子の表面を上記高抵抗物質により被覆し、さらに上記リン酸系化成処理被膜により被覆してなる。そのため、この軟磁性粒子を用いれば、高密度で、かつ、比抵抗が高い軟磁性成形体を比較的容易な製造方法により得ることができる。

【0011】即ち、上記軟磁性粒子は、最表面を上記リン酸系化成処理被膜により被覆してあるので、高圧力により加圧しても上記二重の被膜による被覆状態を維持することができる。また、上記軟磁性粒子を高温にさらした場合においては、上記リン酸系化成処理被膜は変質するおそれがあるが、その内部に上記高抵抗物質が存在するので、軟磁性粒子の高抵抗比を十分に維持することができる。

【0012】そのため、この軟磁性粒子を用いた場合には、各粒子の被覆状態を維持しつつ、成形に適した温度及び圧力を選択することができるので、高密度で、かつ、比抵抗が高い軟磁性成形体を容易に製造することができる。

【0013】次に、請求項2の発明のように、上記金属粒子は、鉄を主成分とすると共に鉄よりも酸化性の強い合金元素を3.5重量%未満含有してなる合金よりなり、かつ、上記高抵抗物質は、上記金属粒子を熱処理することにより該金属粒子の表面において上記合金元素を選択酸化させて生成させた酸化物であることが好ましい。

【0014】この場合には、上記金属粒子に含有させる合金元素を3.5重量%未満とするので、Fe本来の優れた磁束密度を維持することができ、かつ、上記選択酸化により容易かつ均一に高抵抗物質を形成することができる。なお、上記金属粒子に含有させる合金元素が少なすぎる場合には比抵抗の高い上記酸化物を形成することが困難となるので、合金元素の含有量下限値は、0.5%であることが好ましい。また、上記の鉄よりも酸化性の強い合金元素としては、例えば、Al、Si、Mg、Ca等がある。

【0015】また、請求項3の発明のように、上記高抵抗物質は、上記軟磁性粒子に対して、メカノフュージョンによる機械的エネルギーを用いて被覆することもできる。この場合にも、メカノフュージョンにより形成した高抵抗物質の上にさらに上記リン酸系化成処理被膜を形成するので、従来のように高抵抗物質が剥離することがない。

【0016】また、請求項4の発明のように、上記リン酸系化成処理被膜は、リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液を上記高抵抗物質の表面に塗布し、該処理液を乾燥させることにより得ることができる。この場合には、上記高抵抗物質の表面に容易にリン酸系化成処理被膜を形成することができる。

【0017】次に、上記優れた軟磁性粒子を用いて作製した軟磁性成形体としては、次の発明がある。即ち、請求項5の発明のように、請求項1～4のいずれか1項に記載の上記軟磁性粒子同士が上記リン酸系化成処理被膜による被覆状態を維持したまま該リン酸系化成処理被膜を介して接合されていることを特徴とする軟磁性成形体がある。この軟磁性成形体は、上記のごとく、リン酸系化成処理被膜による被覆状態を維持しているので、その内部の高抵抗物質による被覆状態も維持されている。そのため、高い比抵抗を容易に確保することができる。

【0018】次に、請求項6の発明は、鉄を主成分とすると共に鉄よりも酸化性の強い合金元素を3.5重量%未満含有してなる合金よりなる軟磁性の金属粒子を準備し、鉄に対しては還元雰囲気であると共に上記合金元素に対しては酸化雰囲気である雰囲気下において上記金属粒子を熱処理することによりその表面において上記合金元素を選択酸化させた酸化物よりなる高抵抗物質を形成し、次いで、該高抵抗物質の表面に、リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液を塗布し、該処理液を乾燥させることにより、上記金属粒子と、その表面に被覆された高抵抗物質と、該高抵抗物質の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜とよりなる軟磁性粒子を得ることを特徴とする軟磁性粒子の製造方法にある。本製造方法によれば、上記優れた軟磁性粒子を容易かつ確実に製造することができる。

【0019】また、請求項7の発明は、軟磁性の金属粒子を準備し、該金属粒子と高抵抗物質との存在下におい

てメカノフュージョンによる機械的エネルギーを付与することにより、上記金属粒子の表面を上記高抵抗物質を被覆し、次いで、該高抵抗物質の表面に、リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液を塗布し、該処理液を乾燥させることにより、上記金属粒子と、その表面に被覆された高抵抗物質と、該高抵抗物質の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜とよりなる軟磁性粒子を得ることを特徴とする軟磁性粒子の製造方法にある。この場合には、上記高抵抗物質の被覆を上記機械的エネルギーにより行うので、金属粒子と高抵抗物質との組み合わせの自由度を非常に大きくすることができる。

【0020】また、請求項8の発明は、請求項1～4のいずれか1項に記載の上記軟磁性粒子の集まりを加熱・加圧成形することにより、各軟磁性粒子同士が上記リン酸系化成処理被膜により被覆状態を維持したまま該リン酸系化成処理被膜を介して接合された軟磁性成形体を得ることを特徴とする軟磁性成形体の製造方法にある。ここで、加熱・加圧成形とは、粒子の集まりを加熱すると共に加圧することにより一体的に結合させる成形方法を言う。本製造方法によれば、上記優れた軟磁性成形体を容易かつ確実に製造することができる。

【0021】また、請求項9の発明のように、上記加熱・加圧成形は、温度150～600℃において行うことが好ましい。温度が150℃未満の場合には、変形抵抗が大きすぎて緻密な焼結体を得ることが困難であるという問題がある。一方、600℃を超える場合には、リン酸系化成被膜の変質という問題がある。

【0022】

【発明の実施の形態】実施形態例

本発明の実施形態例にかかる軟磁性粒子、軟磁性成形体及びその製造方法につき、図1～図8を用いて説明する。本例においては、本発明品である軟磁性粒子を用いて成形した4種類の軟磁性成形体（実施例E1～E4）と、従来品である軟磁性粒子を用いて成形した6種類の軟磁性成形体（比較例C1～C6）とを作製し、その特性を評価した。まず、各軟磁性粒子および軟磁性成形体の製造方法につき説明する。

【0023】（実施例E1）実施例E1において用いた軟磁性粒子1は、図2（c）に示すごとく、軟磁性の金属粒子10と、その表面に被覆された高抵抗物質2と、該高抵抗物質2の表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜3とよりなる。この軟磁性粒子1を作製するに当たっては、図1（a）に示すごとく、鉄を主成分とすると共に鉄よりも酸化性の強い合金元素を3.5重量%未満含有してなる合金よりなる金属粒子10を準備する。この金属粒子10は、具体的には、組成がFe-1%Al、製法がガスアトマイズ法、粒径が150μm以下の粒子である。

【0024】次に、この金属粒子10を、鉄に対しては還元雰囲気であると共に上記合金元素（Al）に対して

は酸化雰囲気である雰囲気下において熱処理する。具体的には、 $N_2 + 3\%H_2$ よりなる雰囲気下において、上記金属粒子10を750℃に2時間保持した。これにより、図1（b）に示すごとく、金属粒子10の表面において上記合金元素を選択酸化させた酸化物（ Al_2O_3 ）よりなる高抵抗物質2を形成した（得られた粒子を中間粒子12とする）。

【0025】次いで、図2（a）に示すごとく、上記高抵抗物質2を有する金属粒子10（中間粒子12）の集合である粉末100gにリン酸系化成処理液30（リン酸、ホウ酸、マグネシアを含有する処理液）5ccを加えて混合した。これにより、各粒子の高抵抗物質2の表面に、上記処理液が塗布される。

【0026】次いで、図2（b）に示すごとく、温度200℃に20分間保持することにより、上記処理液を乾燥させた。乾燥後には塊状となっていた粉末を解砕した。これにより、図2（c）に示すごとく、金属粒子10と、その表面に被覆された高抵抗物質2と、さらにその表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜3とよりなる軟磁性粒子1が得られた。

【0027】次に、図3（a）（b）に示すごとく、上記軟磁性粒子1の集まりである粉末50gを、大気中において成形温度450℃、成形圧力7ton/cm²の条件で、外径30mmの円柱状高密度成形体（軟磁性成形体4）に成形した。得られた軟磁性成形体4は、図3（b）に示すごとく、金属粒子10を覆う2重の被膜2、3が健全に維持された状態で、各粒子が接合されていた。

【0028】（実施例E2）実施例E2においては、上記実施例E1における金属粒子10として、組成がFe-1%Si、製法がガスアトマイズ法、粒径が150μm以下の粒子を用いたこと以外は上記実施例E1と同様にして、軟磁性成形体を作製した。得られた軟磁性成形体の組織構造は、実施例E1（図3（b））と同様であった。

【0029】（実施例E3）実施例E3においては、金属粒子10として、水アトマイズ法により作製した平均粒径80μmのFe粉（Fe₁₀₀）を用いた。そして、金属粒子10の表面に対して、メカノフュージョンによる機械的エネルギーを用いて高抵抗物質2を被覆した。メカノフュージョンにより金属粒子10の表面に被覆する材料としては、組成が $Mn_{0.6}Zn_{0.3}Fe_{2.1}O_4$ （Mn-Znフェライト）であり、平均粒径が0.5μm、比抵抗（ρ）が1Ω・cmの酸化物粉末7を用いた。

【0030】メカノフュージョン処理を行うメカノフュージョン装置8は、図4に示すごとく、内径150mmの円筒形のケース81と、その内部に配置したスクレーパ82及びインナーピース83とよりなる。ケース81はその中に金属粒子10と酸化物粉末7を入れた状態で回転するよう構成されている。

【0031】本例では、ケース内に金属粒子1と酸化物粉末7とを重量比にて96.2:3.8の割合で入れ、ケース内にアルゴンガスを5リットル/分の流速で供給しながら、ケース81を回転数1100rpmで回転させた。そして、この処理を40分間行った。この処理においては、遠心力でケース81の内面に配置された上記金属粒子10と酸化物粉末7との混合物をスクレーパ82によるかき取りと、インナーピース83による圧縮を繰り返した。これにより、金属粒子10の表面に酸化物粉末7が付着する。

【0032】次いで、実施例E1と同様にしてリン酸系化成処理を行い、金属粒子10と、その表面に被覆された高抵抗物質2と、さらにその表面に被覆されたリン酸系化成処理被膜3とよりなる軟磁性粒子1を得た。さらに、実施例E1と同様の加熱・加圧成形を行うことにより、外径30mmの円柱状高密度成形体（軟磁性成形体）に成形した。得られた軟磁性成形体の組織構造は、実施例E1（図3（b））と同様であった。

【0033】（実施例E4）実施例E4は、実施例E3における酸化物粒子7として、組成が SiO_2 、平均粒径が30nm、比抵抗 (ρ) が $10^{13}\Omega \cdot \text{cm}$ の粒子を用いたこと以外は上記実施例E3と同様にして、軟磁性成形体を作製した。得られた軟磁性成形体の組織構造は、実施例E1（図3（b））と同様であった。

【0034】（比較例C1）比較例C1は、図5に示すごとく、実施例E3におけるメカノフュージョン処理の工程を除いた以外は実施例E3と同様にして軟磁性成形体を作製した。即ち、同図（a）（b）に示すごとく、金属粒子10（Fe粒子）の表面に実施例E3と同様にしてリン酸系化成処理被膜3を形成した粒子を作製し、次いで同図（c）に示すごとく、これをそのまま用いて加圧・加熱成形することにより軟磁性成形体を得た。

【0035】（比較例C2）比較例C2は、比較例C1における成形条件を変更した以外は比較例C1と同様とした。成形条件は、雰囲気をアルゴン雰囲気として、成形温度450℃、成形圧力4.5ton/cm²、処理時間30分の条件に変更した。

【0036】（比較例C3～C6）比較例C3～C6は、それぞれ実施例E1～E4における高抵抗物質の表面へのリン酸系化成処理被膜の形成は行わなかった例である。その他は実施例E1と同様にして軟磁性成形体を形成した。即ち、比較例C3及びC4は、図6に示すごとく、金属粒子10を選択酸化させて高抵抗物質2により被覆した粒子を作製し、次いで同図（c）に示すごとく、これをそのまま用いて加圧・加熱成形することにより軟磁性成形体を得る。得られた成形体においては、同

図（d）に示すごとく、各粒子の高抵抗物質2の膜が部分的に破れて、金属粒子10同士が接合された部分が多く見られた。

【0037】また、比較例C5及びC6は、図7に示すごとく、金属粒子10の表面にメカノフュージョンにより高抵抗物質としての酸化物粉末7を被覆した粒子を作製し、次いで同図（c）に示すごとく、これをそのまま用いて加圧・加熱成形することにより軟磁性成形体を得る。得られた成形体においては、各粒子の高抵抗物質としての酸化物粉末が部分的に剥離し、金属粒子10同士が接合された部分が多く見られる（図示略）。

【0038】次に、本例では、各軟磁性成形体の密度（g/cm³）、磁束密度 B_{625} （T）、比抵抗（ $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ ）、体積鉄損（kW/m³）をそれぞれ測定した。まず、密度は、各成形体の重量を電子上皿天秤により測定すると共に、成形体の寸法をマイクロメータにて測定して体積を求めた。そして、密度＝重量／体積を算出した。

【0039】上記磁束密度は、各成形体から直径 ϕ 10mm×長さ10mmの円柱形の試料をワイヤーカットにより作製し、これを直流磁化特性自動記録装置（理研電子（株）製、BHU-60）の電磁石に挟んで $H=625\text{Oe}$ （エルステッド）の印加磁場中において測定した。

【0040】上記体積鉄損は、各成形体から内径 ϕ 11mm×外径 ϕ 15mm×長さ2mmのリング状の試料をワイヤーカットにより作製し、これに1次側、2次側ともに50ターンのコイルを巻き、交流磁気特性測定装置（岩崎通信機（株）製、B-Hanalyzer SY-8232）を用いて、10kHz、50mTの場合について測定した。

【0041】上記比抵抗は、各成形体から厚み a が2mm、幅 b が3mm、長さ c が12mmの直方体形状の試料（図8）をマイクロカッターにより作製し、この表面をバフ研磨により鏡面仕上げした後、4端子法により測定した。4端子法は、図8に示すごとく、試料49に所定の電流を流し、その先端491と後端492との間の電流値と、上面493の中央において間隔 $d=1\text{mm}$ の間の電圧値とを求め、これらの値から算出した。

【0042】測定結果を表1に示す。表1より知られるごとく、実施例E1～E4は、いずれも比較例C1～C6よりも優れた磁束密度、比抵抗及び体積鉄損の値を示した。特に、比抵抗については、実施例E1～E4は、比較例C1～C6に比べて大幅に向上した結果となった。また、密度は、実施例も比較例もほぼ同等の優れた値となった。

【0043】

【表1】

(表1)

試料No.		軟磁性粒子の構成				軟磁性成形体の特性			
		金属粒子	高抵抗物質		リン酸系化成 処理被膜	密度 (g/cm ³)	磁束密度 B ₆₂₅ (T)	比抵抗 (μΩ・cm)	体積鉄損 (50mT,10kHz) (kW/m ³)
			組成	組成					
実施例	E1	Fe-1%Al	Al ₂ O ₃	選択酸化	有	7.34	1.92	10000	105
	E2	Fe-1%Si	SiO ₂	選択酸化	有	7.27	1.84	8500	82
	E3	Fe	Mn _{0.6} Zn _{0.3} Fe _{2.1} O ₄	メカノフュージョン	有	7.23	1.61	53000	129
	E4	↑	SiO ₂	メカノフュージョン	有	7.35	1.80	3900	137
比較例	C1	↑	—	—	有	7.45	1.91	572	346
	C2	↑	—	—	有	7.34	1.83	117	1015
	C3	Fe-1%Al	Al ₂ O ₃	選択酸化	なし	7.43	1.94	20	4300
	C4	Fe-1%Si	SiO ₂	選択酸化	なし	7.41	1.92	45	2800
	C5	Fe	Mn _{0.6} Zn _{0.3} Fe _{2.1} O ₄	メカノフュージョン	なし	7.42	1.78	470	265
	C6	↑	SiO ₂	メカノフュージョン	なし	7.51	2.00	40	2950

【0044】

【発明の効果】上述のごとく、本発明によれば、高密度で、かつ、比抵抗が高い軟磁性成形体、及びこれを構成する軟磁性粒子、並びにこれらの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例E1における、(a)金属粒子、(b)高抵抗物質により被覆された金属粒子(中間粒子)、をそれぞれ示す説明図。

【図2】実施例E1における、(a)中間粒子と処理液とを混合した状態、(b)処理液を乾燥させた状態、(c)得られた軟磁性粒子、をそれぞれ示す説明図。

【図3】実施例E1における、(a)加圧・加熱成形を行っている状態、(b)得られた軟磁性成形体の組織構造、をそれぞれ示す説明図。

【図4】実施例E3における、メカノフュージョン装置を示す説明図。

【図5】比較例C1における、(a)金属粒子、(b)

リン酸系化成処理被膜により被覆された金属粒子(中間粒子)、(c)加圧・加熱成形を行っている状態、をそれぞれ示す説明図。

【図6】比較例C3における、(a)金属粒子、(b)高抵抗物質により被覆された金属粒子、(c)加圧・加熱成形を行っている状態、(d)得られた軟磁性成形体の組織構造、をそれぞれ示す説明図。

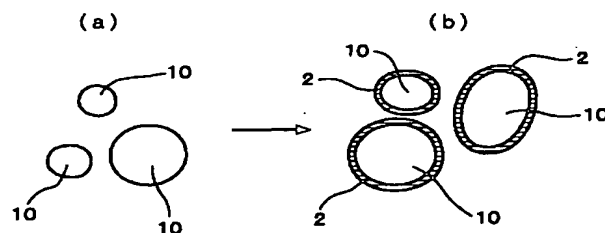
【図7】比較例C5における、(a)金属粒子、(b)高抵抗物質により被覆された金属粒子、(c)加圧・加熱成形を行っている状態、をそれぞれ示す説明図。

【図8】実施形態例における、比抵抗測定用の4端子法を示す説明図。

【符号の説明】

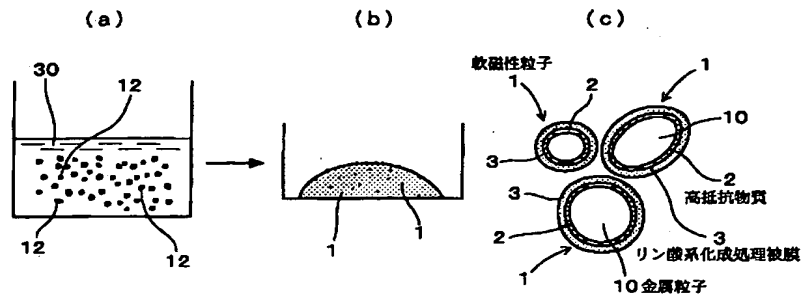
- 1... 軟磁性粒子、
- 10... 金属粒子、
- 2... 高抵抗物質、
- 3... リン酸系化成処理被膜、
- 4... 軟磁性成形体、

【図1】



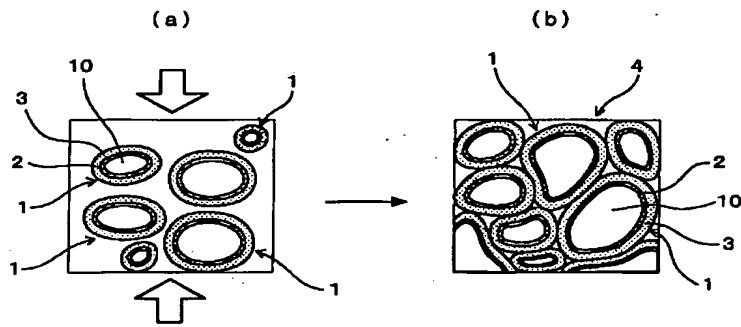
(図1)

【図2】



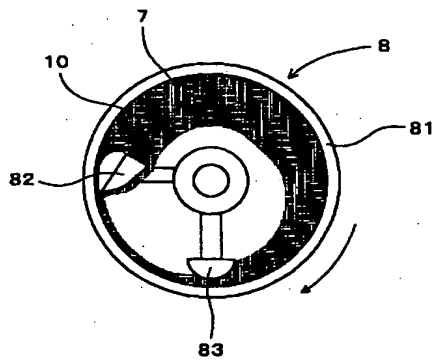
(図2)

【図3】

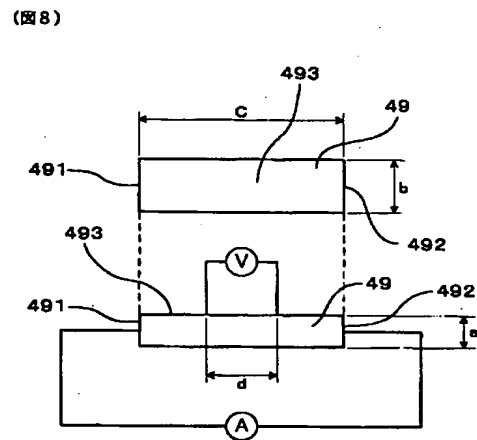


(図3)

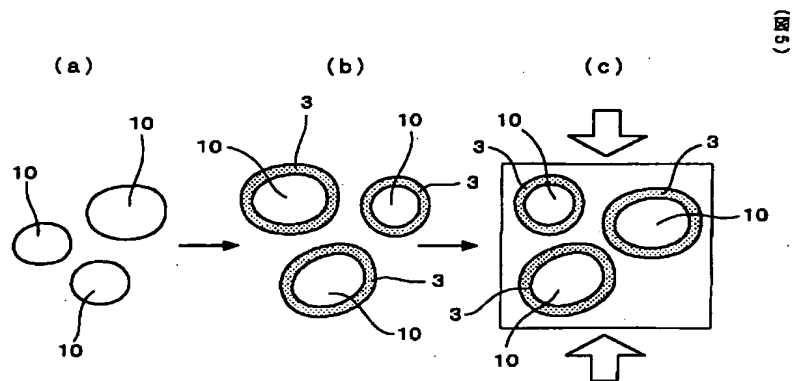
【図4】



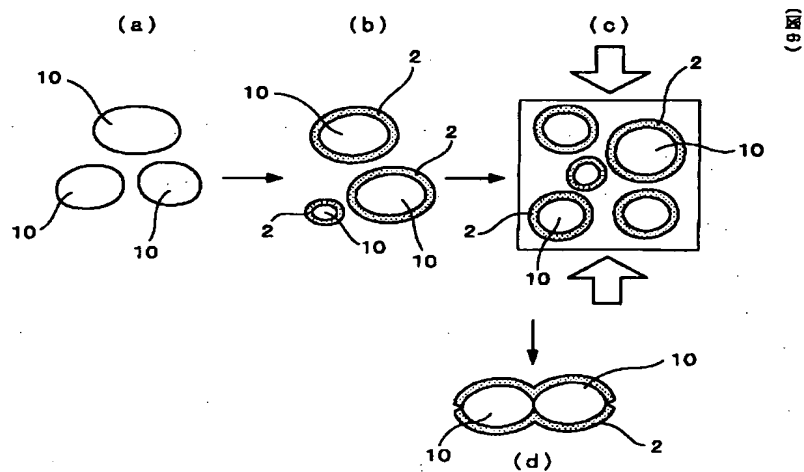
【図8】



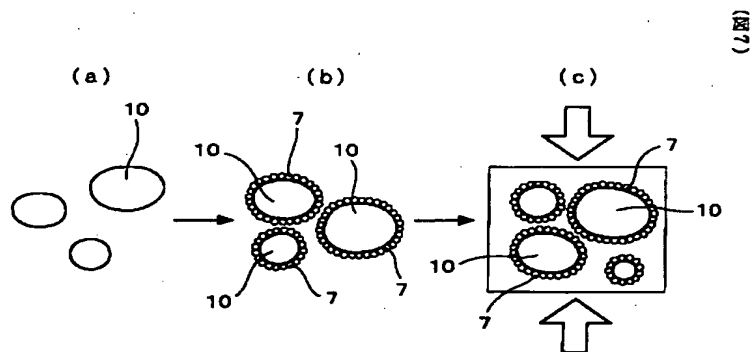
【図5】



【図6】



【図7】



(9) 開2001-85211 (P2001-852Y)

フロントページの続き

(72)発明者 寺澤 俊久
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
ン精機株式会社内
(72)発明者 蜂須賀 譲二
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
ン精機株式会社内

(72)発明者 三谷 宏幸
神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号 株式
会社神戸製鋼所内
(72)発明者 関 勇一
神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号 株式
会社神戸製鋼所内

Fターム(参考) 5E041 AA02 AA03 AA11 BC01 BC05
BC08 CA02 HB07 HB09 HB11
HB14 HB17 NN01 NN18